

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-253683  
 (43)Date of publication of application : 14.09.2000

(51)Int.CI. H02N 13/00  
 H02N 2/00

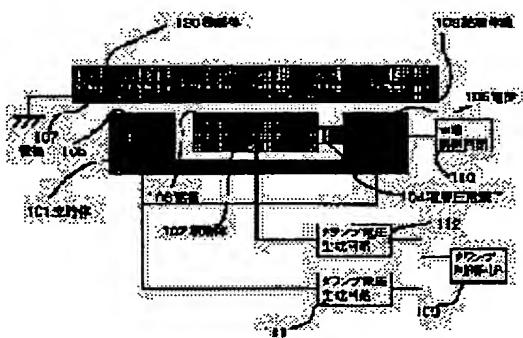
(21)Application number : 11-053268 (71)Applicant : CANON INC  
 (22)Date of filing : 01.03.1999 (72)Inventor : YASUDA SUSUMU  
 YAGI TAKAYUKI

(54) ELECTROSTATIC CLAMP MECHANISM AND INCH WORM MECHANISM THEREBY, AND ELECTROSTATIC CLAMP METHOD, AND INCH WORM DRIVE METHOD USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an electrostatic clamp mechanism and an electrostatic clamp method which can shorten the time required for transition between clamp condition and nonclamp condition.

SOLUTION: This electrostatic clamp device has a pair of clamp electrodes 105 and 106 which are arranged to oppose each other across insulating material, and a clamp voltage generation means 111 and 112 which generates voltage to be applied between the clamp electrodes, and the clamp voltage generation means is equipped with such constitution that it generates stipulated voltage after having generated voltage higher than the stipulated voltage for a given time.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-253683

(P2000-253683A)

(43) 公開日 平成12年9月14日 (2000.9.14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 02 N 13/00  
2/00

識別記号

F I

テ-マコード(参考)  
Z 5 H 6 8 0  
C

H 02 N 13/00  
2/00

審査請求 未請求 請求項の数14 OL (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平11-53268

(22) 出願日 平成11年3月1日 (1999.3.1)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 安田 進

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72) 発明者 八木 陸行

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74) 代理人 100105289

弁理士 長尾 達也

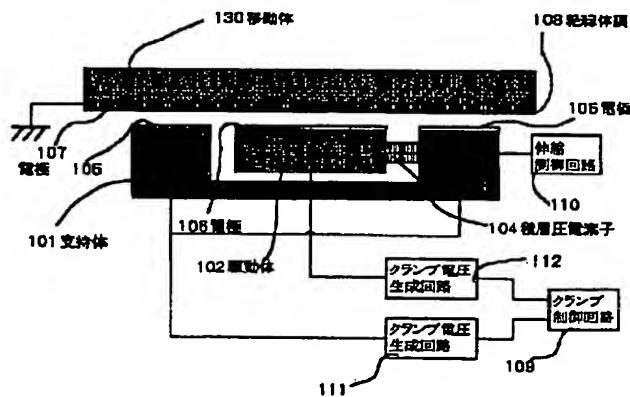
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 静電クランプ機構と該クランプ機構によるインチワーム機構、および静電クランプ方法と該方法を用いたインチワームの駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、クランプ状態と非クランプ状態の遷移に要する時間の短縮化を図ることができる静電クランプ機構及び静電クランプ方法と、それらを用いた駆動速度の速いインチワーム機構及びインチワームの駆動方法を提供することを目的としている。

【解決手段】 本発明の静電クランプ機構または静電クランプ方法は、絶縁材料を挟んで対抗するように配置された一対のクランプ電極と、該クランプ電極間に印加する電圧を生成するクランプ電圧生成手段とを有し、前記クランプ電圧生成手段が、クランプ動作開始時に、所定の時間にわたって規定電圧よりも高い電圧を生成した後に規定電圧を生成する構成を備えてなることを特徴とするものであり、また、本発明のインチワーム機構及びインチワームの駆動方法は、上記した本発明の静電クランプ機構または静電クランプ方法を用いて構成されたことを特徴とするものである。



BEST AVAILABLE COPIE

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁材料を挟んで対抗するように配置された一対のクランプ電極と、該クランプ電極間に印加する電圧を生成するクランプ電圧生成手段とを有し、前記クランプ電圧生成手段が、クランプ動作開始時に、所定の時間にわたって規定電圧よりも高い電圧を生成した後に規定電圧を生成する構成を備えてなることを特徴とする静電クランプ機構。

【請求項2】前記クランプ電圧生成手段で生成される電圧の前記規定電圧に保持されるタイミングが、前記一対のクランプ電極間の電圧が前記規定電圧を超える前であるように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の静電クランプ機構。

【請求項3】前記クランプ電圧生成手段で生成される電圧の前記規定電圧に保持されるタイミングが、前記一対のクランプ電極間の電圧が前記規定電圧に達すると同時に構成されていることを特徴とする請求項1に記載の静電クランプ機構。

【請求項4】絶縁材料を挟んで対抗するように配置された一対のクランプ電極と、該クランプ電極間に印加する電圧を生成するクランプ電圧生成手段とを有し、前記クランプ電圧生成手段が、クランプ動作解除時に、所定の時間にわたってクランプ時とは逆符号の電圧を生成した後に零ボルトを生成する構成を備えてなることを特徴とする静電クランプ機構。

【請求項5】前記クランプ電圧生成手段で生成される電圧の零ボルトに保持されるタイミングが、前記一対のクランプ電極間の電圧が零ボルトを下回る前であるように構成されていることを特徴とする請求項4に記載の静電クランプ機構。

【請求項6】前記クランプ電圧生成手段で生成される電圧の零ボルトに保持されるタイミングが、前記一対のクランプ電極間の電圧が零ボルトになると同時に構成されていることを特徴とする請求項4に記載の静電クランプ機構。

【請求項7】支持体と、該支持体に対して相対的に移動できる移動体と、該移動体に近接する位置に存在する駆動体と、該駆動体を前記支持体に対して相対的に変位させる伸長手段と、移動体と駆動体とをクランプ駆動する静電クランプ機構と、を有するインチワーム機構において、

前記静電クランプ機構が請求項1～6のいずれか1項に記載の静電クランプ機構で構成されていることを特徴とするインチワーム機構。

【請求項8】絶縁材料を挟んで対抗するように配置された一対のクランプ電極間に、クランプ電圧生成手段により電圧を印加してクランプ動作を行う静電クランプ方法であつて、

クランプ動作開始時に、所定の時間にわたって規定電圧よりも高い電圧を印加し、その後に規定電圧を印加する

ことを特徴とする静電クランプ方法。

【請求項9】前記クランプ電圧生成手段による規定電圧よりも高い電圧の印加は、前記一対のクランプ電極間の電圧が前記規定電圧を超えない間のみ行われることを特徴とする請求項8に記載の静電クランプ方法。

【請求項10】前記クランプ電圧生成手段による規定電圧よりも高い電圧の印加は、前記一対のクランプ電極間の電圧が前記規定電圧になると同時に、規定電圧での印加に変更されることを特徴とする請求項8に記載の静電クランプ方法。

【請求項11】絶縁材料を挟んで対抗するように配置された一対のクランプ電極間に、クランプ電圧生成手段により電圧を印加してクランプ動作を行い、またはクランプ動作解除を行う静電クランプ方法であつて、

クランプ動作解除時に、前記クランプ電圧生成手段により所定の時間にわたってクランプ時とは逆符号の電圧を印加し、その後に印加電圧を零ボルトとすることを特徴とする静電クランプ方法。

【請求項12】前記クランプ電圧生成手段によるクランプ時とは逆符号の電圧の印加は、前記一対のクランプ電極間の電圧が零ボルトを下回らない間のみ行われることを特徴とする請求項11に記載の静電クランプ方法。

【請求項13】前記クランプ電圧生成手段によるクランプ時とは逆符号の電圧の印加は、前記一対のクランプ電極間の電圧が零ボルトとなると同時に、零ボルトに変更されることを特徴とする請求項11に記載の静電クランプ方法。

【請求項14】支持体に対して相対的に移動できる移動体と、伸長手段により駆動体を前記支持体に対して相対的に変位させる手段とを備え、静電クランプ方法によって前記移動体と駆動体をクランプしてインチワーム駆動を行うインチワームの駆動方法において、前記静電クランプ方法が請求項8～13のいずれか1項に記載の静電クランプ方法を用いることを特徴とするインチワームの駆動方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静電クランプ機構と該クランプ機構によるインチワーム機構、および静電クランプ方法と該方法を用いたインチワームの駆動方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】微小に変位する素子を用いて、大きなストロークを取り出す機構としてインチワーム機構が知られている。インチワーム機構においては、クランプ動作と、伸長動作を交互に繰り返すことで、物体を移動させたり、自分自身が移動したりする。インチワーム機構において、クランプを行うには、圧電素子の変位を用いる方法や電磁力を用いる方法等、様々な方法が考えられるが、特に、特開平5-26149号公報には、静電気力

を利用してクランプを行い、インチワーム駆動を行う機構が提案されている。

【0003】図5は、特開平5-26149号公報で提案されている物体駆動装置を説明する図である。この物体駆動装置は、第1の静電気力印加手段1011が第1の導電体1021に接続され、第1の導電体1021の表面を覆う第1の誘電体1031が物体1006の接触面に接するように構成される第1の接触部1001と、第2の静電気力印加手段1012が第2の導電体1022に接続され、第2の導電体1022の表面を覆う第2の誘電体1032が物体1006の接触面に接するよう構成される第2の接触部1002とを連結する伸縮可能材料1003とを有し、伸縮可能材料1003の伸張乃至縮小に同期して、第1の静電気力印加手段1011と第2の静電気力印加手段1012とは互いに反転動作することによって、物体1006の接触面に対し略水平方向に移動できる。

【0004】以下においては、静電気力を利用したクランプを静電クランプと称する。静電クランプには、つぎのようなメリットがある。

(1) コイルやセラミック等、加工や組み立てにコストかかる部品を必要としないため、コストが安い。

(2) 半導体プロセス等で作成できるため、小型化が容易である。

(3) クランプ状態を保持し続けるときにエネルギー消費がなく、また、発熱しない。

静電クランプの模式図を図4に示す。一対のクランプ電極901と902が対抗する位置に配置されている。クランプ電極901と902の表面にはそれぞれ絶縁体膜903と904が成膜されている。絶縁体膜は両方のクランプ電極に配置される必要がなく、どちらか一方のクランプ電極のみについていてよい。電圧印加手段905が、このクランプ電極901と902の間に電圧を印加すると、クランプ電極間に静電引力が働き、クランプ動作が行われる。また、印加電圧を0にすれば、クランプ状態は解除される。

#### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、従来の静電クランプにおいては、クランプ電圧を印加してから十分なクランプ力を発生するまでの時間と、クランプ電圧の印加を止めてからクランプ力が解除されるまでの時間が、インチワーム機構の駆動速度を制限する一因になっていた。その理由としては、まず、第一に、静電クランプは電気的に見るとコンデンサであるので、静電クランプの静電容量をC<sub>c</sub>、配線等の電気抵抗をRとすると、充放電の時定数はC<sub>c</sub>Rとなる。従来の静電クランプにおいては、クランプ状態と非クランプ状態の遷移に要する時間がこの時定数で制限されていたために、十分な速度が得られなかつた。また、実際には、2つのクランプ面は、反っていたり、非平行であつたり、表面に凹凸が

あつたり等の要因により、モデルに示したような理想的な平行面をとっていない。そのため、従来の一定電圧を印加する方法では、2つの面の非平行な位置関係と、物理的な面の反りを無くし、クランプ状態とするために、さらに時間が延びることがあった。

【0006】そこで、本発明は、上記した従来のものにおける課題を解決し、クランプ状態と非クランプ状態の遷移に要する時間の短縮化を図ることができる静電クランプ機構及び静電クランプ方法と、それらを用いた駆動速度の速いインチワーム機構及びインチワームの駆動方法を提供することを目的とするものである。

#### 【0007】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を達成するため、静電クランプ機構と該クランプ機構によるインチワーム機構、および静電クランプ方法と該方法を用いたインチワームの駆動方法を、つぎのように構成したことを特徴としている。すなわち、本発明の静電クランプ機構は、絶縁材料を挟んで対抗するように配置された一対のクランプ電極と、該クランプ電極間に印加する電圧を生成するクランプ電圧生成手段とを有し、前記クランプ電圧生成手段が、クランプ動作開始時に、所定の時間にわたって規定電圧よりも高い電圧を生成した後に規定電圧を生成する構成を備えてなることを特徴としている。また、本発明の静電クランプ機構は、前記クランプ電圧生成手段で生成される電圧の前記規定電圧に保持されるタイミングが、前記一対のクランプ電極間に電圧が前記規定電圧を超える前であるように構成されていることを特徴としている。また、本発明の静電クランプ機構は、前記クランプ電圧生成手段で生成される電圧の前記規定電圧に保持されるタイミングが、前記一対のクランプ電極間に電圧が前記規定電圧に達すると同時に構成されていることを特徴としている。また、本発明の静電クランプ機構は、絶縁材料を挟んで対抗するように配置された一対のクランプ電極と、該クランプ電極間に印加する電圧を生成するクランプ電圧生成手段とを有し、前記クランプ電圧生成手段が、クランプ動作解除時に、所定の時間にわたってクランプ時とは逆符号の電圧を生成した後に零ボルトを生成する構成を備えてなることを特徴としている。また、本発明の静電クランプ機構は、前記クランプ電圧生成手段で生成される電圧の零ボルトに保持されるタイミングが、前記一対のクランプ電極間に電圧が零ボルトを下回る前であるように構成されていることを特徴としている。また、本発明の静電クランプ機構は、前記クランプ電圧生成手段で生成される電圧の零ボルトに保持されるタイミングが、前記一対のクランプ電極間に電圧が零ボルトになると同時に構成されていることを特徴としている。また、本発明のインチワーム機構は、支持体と、該支持体に対して相対的に移動できる移動体と、該移動体に近接する位置に存在する駆動体と、該駆動体を前記支持体に対して

相対的に変位させる伸長手段と、移動体と駆動体とをクランプ駆動する静電クランプ機構と、を有するインチワーム機構において、上記した本発明のいずれかの静電クランプ機構で構成されていることを特徴としている。

【0008】また、本発明の静電クランプ方法は、絶縁材料を挟んで対抗するように配置された一対のクランプ電極間に、クランプ電圧生成手段により電圧を印加してクランプ動作を行う静電クランプ方法であって、クランプ動作開始時に、所定の時間にわたって規定電圧よりも高い電圧を印加し、その後に規定電圧を印加することを特徴としている。また、本発明の静電クランプ方法は、前記クランプ電圧生成手段による規定電圧よりも高い電圧の印加は、前記一対のクランプ電極間の電圧が前記規定電圧を超えない間のみ行われることを特徴としている。また、本発明の静電クランプ方法は、前記クランプ電圧生成手段による規定電圧よりも高い電圧の印加は、前記一対のクランプ電極間の電圧が前記規定電圧になると同時に、規定電圧での印加に変更されることを特徴としている。また、本発明の静電クランプ方法は、絶縁材料を挟んで対抗するように配置された一対のクランプ電極間に、クランプ電圧生成手段により電圧を印加してクランプ動作を行い、またはクランプ動作解除を行う静電クランプ方法であって、クランプ動作解除時に、前記クランプ電圧生成手段により所定の時間にわたってクランプ時とは逆符号の電圧を印加し、その後に印加電圧を零ボルトとすることを特徴としている。また、本発明の静電クランプ方法は、前記クランプ電圧生成手段によるクランプ時とは逆符号の電圧の印加は、前記一対のクランプ電極間の電圧が零ボルトを下回らない間のみ行われることを特徴としている。また、本発明の静電クランプ方法は、前記クランプ電圧生成手段によるクランプ時とは逆符号の電圧の印加は、前記一対のクランプ電極間の電圧が零ボルトとなると同時に、零ボルトに変更されることを特徴としている。また、本発明のインチワームの駆動方法は、支持体に対して相対的に移動できる移動体と、伸長手段により駆動体を前記支持体に対して相対的に変位させる手段とを備え、静電クランプ方法によって前記移動体と駆動体をクランプしてインチワーム駆動を行いうインチワームの駆動方法において、上記した本発明のいずれかの静電クランプ方法を用いることを特徴としている。

【0009】

【発明の実施の形態】 (1) 本発明においては、上記したようにクランプ電圧生成手段を、クランプ動作開始時に、所定の時間にわたって規定電圧よりも高い電圧を生成した後に規定電圧を生成するように構成することによって、非クランプ状態からクランプ状態へ移行する際に、充電時間を短縮するように印加電圧を高めるので、静電クランプの充電に必要な時間を短縮することができる。また、クランプ開始時に、クランプ電極間に大きな

静電引力が働くため、電極間の非平行度や、電極の反りや、電極表面の凹凸に対して、より鈍感な静電クランプを提供することができる。

(2) また、本発明においては、クランプ電圧生成手段で生成される電圧の規定電圧に保持されるタイミングが、一対のクランプ電極間の電圧が規定電圧を超える前であるように構成することにより、静電クランプの電圧が規定電圧を超えない間のみ印加電圧を高め、その後は、印加電圧を規定電圧とすることが可能となり、電極間電圧が規定電圧を超えることなく充電時間を短くすることができる。そのため、クランプ力を最大化させるために規定電圧を放電限界ぎりぎりに設定しても、クランプ電極間で放電が生じる心配はない。

(3) 特に、本発明においては、クランプ電圧生成手段で生成される電圧の規定電圧に保持されるタイミングが、一対のクランプ電極間の電圧が規定電圧に達すると同時に構成することにより、電極間電圧が規定電圧になると同時に印加電圧を規定電圧とすることが可能となり、充電時間を最も短くできるので、強いクランプ力と、速いクランプ速度を実現でき、より好ましい。

(4) また、本発明においては、クランプ電圧生成手段を、クランプ動作解除時に、所定の時間にわたってクランプ時とは逆符号の電圧を生成した後に零ボルトを生成するように構成することにより、クランプ状態から非クランプ状態へ移行する際に、放電を促進するように逆方向に電圧を印加することが可能となり、静電クランプの放電に必要な時間を短縮することができる。

(5) また、本発明においては、クランプ電圧生成手段で生成される電圧の零ボルトに保持されるタイミングが、前記一対のクランプ電極間の電圧が零ボルトを下回る前であるように構成することにより、静電クランプの電圧が零ボルトを下回らない間のみ印加電圧を負の電圧とし、その後は、印加電圧を0ボルトとすることが可能となり、電極間電圧が負になることなく充電時間を短くすることができる。

(6) また、本発明においては、特に、クランプ電圧生成手段で生成される電圧の零ボルトに保持されるタイミングが、前記一対のクランプ電極の間の電圧が零ボルトになると同時に構成することにより、電極間電圧が零ボルトになると同時に印加電圧を零ボルトになるようにすることが可能となり、放電時間を最も短くできるので、より好ましい。

【0010】つぎに、図6を用いて、本発明の上記

(1)～(3)で説明した形態のものにおける作用について説明する。図6(a)は、従来の静電クランプにおける印加電圧と、静電クランプの電極間電圧を示した図である。破線は、印加電圧、実線は、電極間電圧を示している。図では、印加電圧が0から $V_0$ になってクランプが行われる様子を示している。静電クランプを静電容

量Cの理想的なコンデンサであるとみなし、配線抵抗をRとすると、電極間電圧Vは、以下の数式1で表される。

$$V = V_0 \left( 1 - e^{-\frac{t}{CR}} \right) \quad \text{式式 1}$$

【0011】一方、図6 (b) は、本発明の静電クランプにおける印加電圧と、静電クランプの電極間電圧を示した図である。図6 (a) と同様に、破線は印加電圧、実線は電極間電圧を示している。図では、所定の時間t\_cの間、電圧V\_1を印加し、その後に電圧V\_0を印加する様子が示されている。ここで、上と同様に、静電クランプを静電容量Cの理想的なコンデンサであるとみなすと、V\_1が印加されている間の電極間電圧Vはつぎの数式2となる。

$$V = V_1 \left( 1 - e^{-\frac{t}{CR}} \right) \quad \text{式式 2}$$

数式1との比較から、V\_0 < V\_1であれば、電圧の立ち上

$$t_c = CR \ln \left( \frac{V_1}{V_1 - V_0} \right)$$

【0013】また、静電クランプを理想的なコンデンサと見なせない場合や、電圧波形が矩形波でない場合においても、オシロスコープ等で立ち上がり波形を計測して、電極間電圧がV\_0に達する時間を計測することでt\_cを決定することができる。本発明(4)の静電クランプを用いると、クランプ状態から非クランプ状態へ移行する際に、放電を促進するように逆方向に電圧を印加するので、静電クランプの放電に必要な時間を短縮することができる。さらに、本発明(5)によれば、静電クランプの電圧が零ボルトを下回らない間のみ印加電圧を負の電圧に設定し、その後は、印加電圧を0ボルトに設定するため、電極間電圧が負になることなく充電時間を短くすることができる。特に、本発明(6)に示すように、電極間電圧が零ボルトになると同時に印加電圧を零ボルトになるように設定すると、放電時間を最も短くできるので、より好ましい。

【0014】つぎに、図7を用いて、本発明の上記(4)～(6)で説明した形態のものにおける作用について説明する。図7 (a) は、従来の静電クランプにお

$$V = (V_0 - V_2) e^{-\frac{t}{CR}} + V_2$$

上記式よりV\_2 < 0であれば、電圧の立ち下がりが従来の静電クランプよりも速くなることがわかる。

【0016】静電クランプに印加する電圧は、正でも負でも、静電クランプ電極間には引力が働く。そのため、電極間電圧が負になってしまふと、クランプされてしまうことになる。本発明(5)によれば、静電クランプの電圧が0Vを下回らない間のみ負の電圧を印加し、その後は、印加電圧を0に設定するため、電極間電圧が負に

がりが従来の静電クランプよりも速くなることがわかる。

【0012】また、静電クランプに印加する電圧は、高いほどクランプ力が強くなる。そのため、V\_0は、放電限界を超えない範囲で高くするのが望ましい。本発明(2)によれば、静電クランプの電圧が規定電圧V\_0を超えない間のみ印加電圧を高め、その後は、印加電圧をV\_0に設定するため、電極間電圧がV\_0を超えることがなくなる。そのため、クランプ力を最大化させるために、V\_0を放電限界ぎりぎりに設定しても電極間で放電が生じる心配はない。特に、本発明(3)に示すように、電極間電圧がV\_0になると同時に印加電圧をV\_0にするように設定すると、強いクランプ力と、速いクランプ速度を実現することができるので、より好ましい。静電クランプが静電容量Cの理想的なコンデンサであるときは、t\_cをつぎの数式3を満たすように設定することで、上記の条件を満たすことが可能になる。

$$t_c = CR \ln \left( \frac{V_1}{V_1 - V_0} \right) \quad \text{式式 3}$$

ける印加電圧と、静電クランプ電極間の電圧を示した図である。破線は、印加電圧、実線は、電極間電圧を示している。図では、印加電圧がV\_0から0になってクランプが解除される様子を示している。静電クランプを静電容量Cの理想的なコンデンサであるとみなすと、配線抵抗をRとすると、クランプを解除するときの電極間電圧Vは、つぎの数式4で表される。

$$V = V_0 e^{-\frac{t}{CR}} \quad \text{式式 4}$$

【0015】一方、図7 (b) は、本発明の静電クランプにおける印加電圧と、静電クランプ電極間の電圧を示した図である。図7 (a) と同様に、破線は印加電圧、実線は電極間電圧を示している。図7 (b) では、所定の時間t\_cの間、負の電圧V\_2を印加し、その後に0ボルトを印加する様子が示されている。ここで、上と同様に、静電クランプを静電容量Cの理想的なコンデンサであるとみなすと、V\_2が印加されている間の電極間電圧Vは、つぎの数式5となる。

$$V = (V_0 - V_2) e^{-\frac{t}{CR}} + V_2 \quad \text{式式 5}$$

なることはない。そのため、負電圧によるクランプが生じる心配はない。特に、本発明(6)に示すように、電極間電圧が0Vになると同時に印加電圧を0Vにするように設定すると、クランプ速度を最も速くできるので、より好ましい。静電クランプが静電容量Cの理想的なコンデンサであるときは、t\_cをつぎの数式6を満たすように設定することで、上記の条件を満たすことが可能になる。

$$t_c = CR \ln \left( \frac{V_0 - V_2}{-V_2} \right)$$

また、静電クランプを理想的なコンデンサと見なせない場合や、電圧波形が矩形波と見なせない場合においても、オシロスコープ等で立ち下がり波形を計測して、電極間電圧が0Vに達する時間を計測することで時間を決定することができる。さらに、本発明においては、上記した静電クランプ機構または静電クランプ方法を用いて駆動速度の速いインチワーム機構及びインチワームの駆動方法を実現することができる。

#### 【0017】

【実施例】図1は、本発明における実施例の該略図である。積層圧電素子104は、一端を駆動体102に連結され、他端を支持体101に連結されている。支持体101と駆動体102の上部にはそれぞれ電極105、106が配置され、これらの電極は同一面上に位置するように配置されている。これらの電極の上部には移動体103が配置されている。この移動体103の前記した電極105、106に対抗する面には、電極107と絶縁膜108が成膜されている。図では、説明をしやすくするために、絶縁膜108と電極105、106が離して描いてあるが、実際には接触するように配置されている。移動体105は、自重のみで支持体101に押し付けられていてもよいし、バネ等で押し付けられていてもよい。電極107は電気的に接地されており、電極105、106は、それぞれ、クランプ電圧生成回路111、112から電圧を印加されている。伸縮制御回路110は、圧電素子104の伸縮を制御しており、クランプ電圧制御回路109は、クランプ電圧生成回路111、112を制御している。

【0018】図2は、クランプ電圧生成回路111、112が生成する電圧の時間経過を説明する図である。図では、クランプ解除状態から、まずクランプを行い、つぎにクランプ解除を行い、最後にクランプを行う様子を表している。図よりわかるように、クランプを行う際には、まず、クランプ電圧がVbに上がり、一定時間経過後にVaに落ち着く。この動作により、電極間に速やかに充電が行われる。また、クランプを解除する時には、まず、クランプ電圧がVc (Vc < 0) まで下がり、一定時間後に0Vに落ち着く。この動作で、速やかに放電が行われる。

【0019】図3は、本実施例のインチワーム機構の動作を説明する図である。まず、移動体103と駆動体102をクランプする(a)。次に、その状態で圧電素子104を伸ばすと、移動体103は、支持体101に対して移動する(b)。次に、移動体103と駆動体102のクランプを解除し、移動体103と支持体101をクランプする(c)。そして、圧電素子104を縮める1サイクルが終了する(d)。上記動作を必要なだけ

#### 式 6

繰り返すことで、移動体103を支持体101に対して移動させることができる。本発明によれば、クランプ状態と非クランプ状態の遷移が従来に比べて速やかに行えるため、高速に駆動できるインチワーム機構を提供することができる。

#### 【0020】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明によれば、クランプ状態と非クランプ状態の遷移に要する時間の短縮化を図ることができる静電クランプ機構及び静電クランプ方法と、それらを用いた駆動速度の速いインチワーム機構及びインチワームの駆動方法を実現することができる。また、本発明においては、上記したようにクランプ電圧生成手段を、クランプ動作開始時に、所定の時間にわたって規定電圧よりも高い電圧を生成した後に規定電圧を生成するように構成することによって、非クランプ状態からクランプ状態へ移行する際に、充電時間を短縮するように印加電圧を高めるので、静電クランプの充電に必要な時間を短縮することができる。また、クランプ開始時に、クランプ電極間に大きな静電引力が働くため、電極間の非平行度や、電極の反りや、電極表面の凹凸に対して、より鈍感な静電クランプを提供することができる。また、本発明においては、クランプ電圧生成手段で生成される電圧の規定電圧に保持されるタイミングが、一对のクランプ電極間の電圧が規定電圧を超える前であるように構成することにより、静電クランプの電圧が規定電圧を超えない間のみ印加電圧を高め、その後は、印加電圧を規定電圧とすることが可能となり、電極間電圧が規定電圧を超えることなく充電時間を短くすることができる。そのため、クランプ力を最大化するために規定電圧を放電限界ぎりぎりに設定しても、クランプ電極間で放電が生じる心配はない。特に、本発明においては、クランプ電圧生成手段で生成される電圧の規定電圧に保持されるタイミングが、一对のクランプ電極間の電圧が規定電圧に達すると同時に構成することにより、電極間電圧が規定電圧になると同時に印加電圧を規定電圧とすることが可能となり、充電時間を最も短くできるので、強いクランプ力と、速いクランプ速度を実現できる。また、本発明においては、クランプ電圧生成手段を、クランプ動作解除時に、所定の時間にわたってクランプ時は逆符号の電圧を生成した後に零ボルトを生成するように構成することにより、クランプ状態から非クランプ状態へ移行する際に、放電を促進するように逆方向に電圧を印加することが可能となり、静電クランプの放電に必要な時間を短縮することができる。また、本発明においては、クランプ電圧生成手段で生成される電圧の零ボルトに保持されるタイミングが、前記一对のクランプ電極間の電圧が零ボルトを下回る前

であるように構成することにより、静電クランプの電圧が零ボルトを下回らない間のみ印加電圧を負の電圧とし、その後は、印加電圧を0ボルトとすることが可能となり、電極間電圧が負になることなく充電時間を短くすることができる。また、本発明においては、特に、クランプ電圧生成手段で生成される電圧の零ボルトに保持されるタイミングが、前記一対のクランプ電極の間の電圧が零ボルトになると同時に印加電圧を零ボルトになると同様に構成することにより、電極間電圧が零ボルトになると同時に印加電圧を零ボルトになるようにすることが可能となり、放電時間を最も短くすることができる。さらに、本発明においては、上記した静電クランプ機構または静電クランプ方法を用いて、駆動速度の速いインチワーム機構及びインチワームの駆動方法を実現することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例を説明する図である。

【図2】本発明の実施例における、クランプ電圧生成回路の動作を説明する図である。

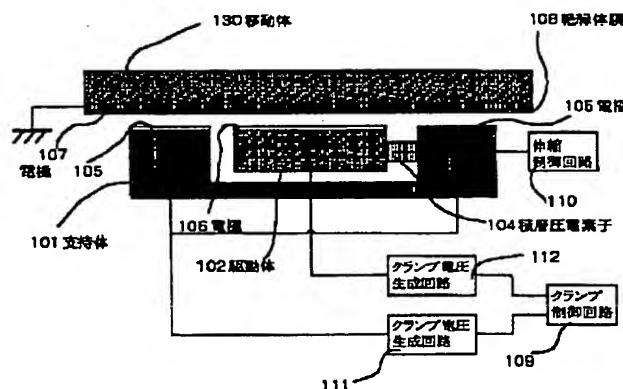
【図3】本発明の実施例の駆動の方法を説明する図である。

【図4】静電クランプの原理を説明する図である。

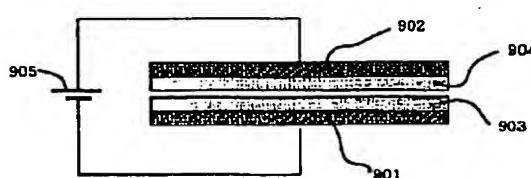
【図5】従来例を説明する図である。

【図6】従来例と本発明のクランプ開始時の動作を説明する図である。

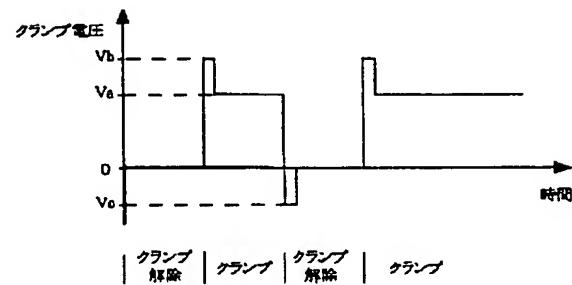
【 1 】



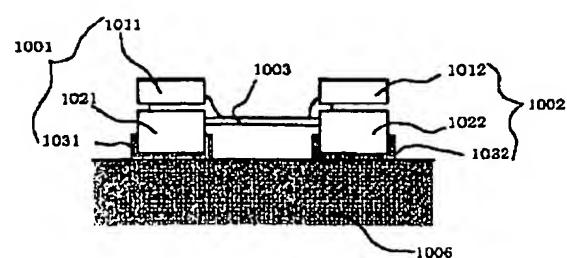
【图4】



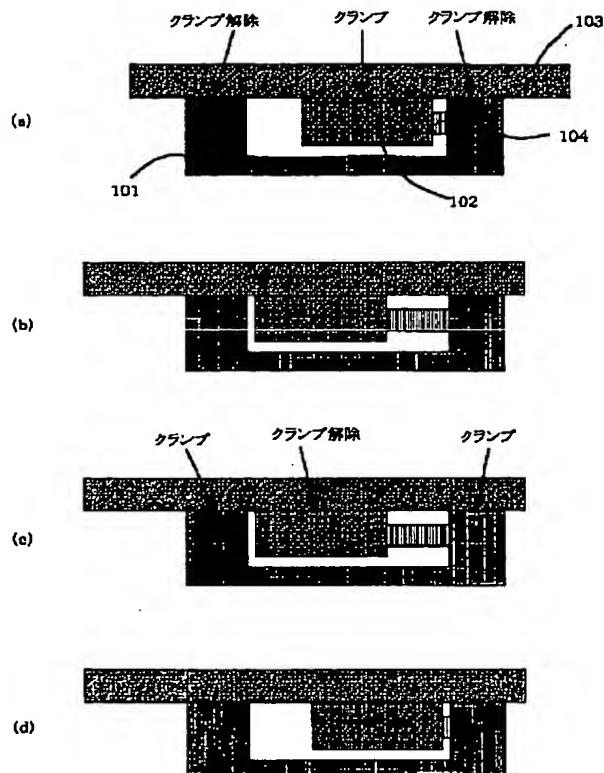
【図2】



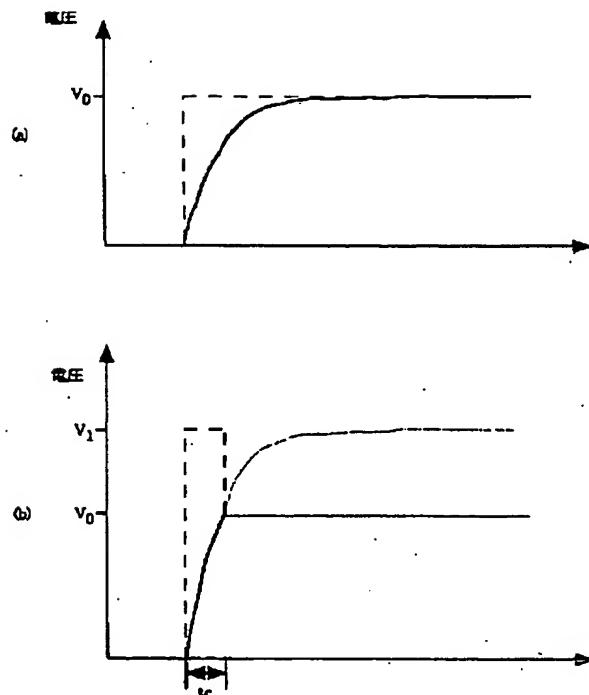
( 5)



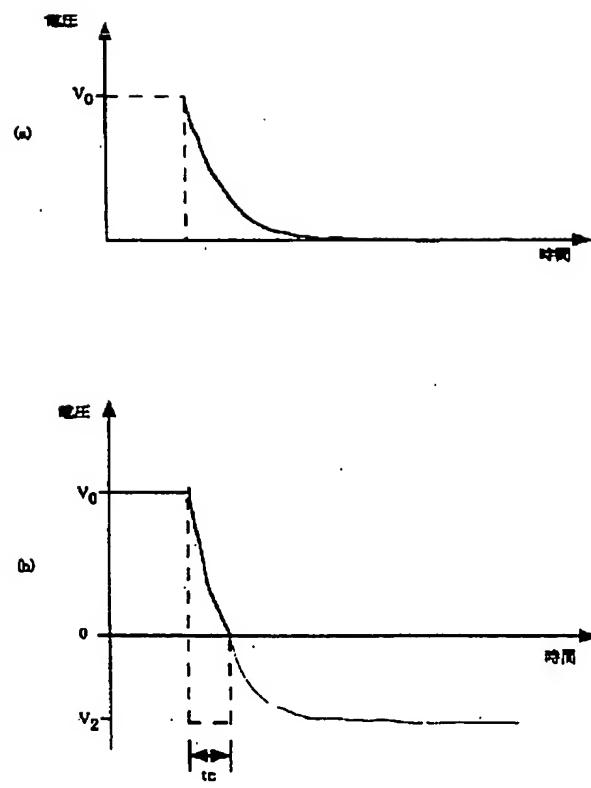
【図3】



【図6】



【図7】



BEST AVAILABLE COPY

フロントページの続き

Fターム(参考) 5H680 AA01 AA04 BB01 BB07 BB09  
BB13 DD01 DD23 DD27 DD37  
DD53 DD72 DD73 DD95 FF33  
FF38